

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-319526

(43)Date of publication of application : 16.11.2001

(51)Int.Cl.

H01B 7/02

C09D 5/25

C09D179/08

C09D183/02

H01B 7/00

(21)Application number : 2001-055781

(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE

(22)Date of filing : 28.02.2001

(72)Inventor : MESAKI MASAKAZU
TATEMATSU YOSHINORI

(30)Priority

Priority number : 2000056333

Priority date : 01.03.2000

Priority country : JP

(54) INSULATED CABLE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an insulated cable, which has excellent insulating performance and machining resistance, and especially even with a thin insulated film, has excellent insulating performance equivalent to that of the conventional thick insulated film or higher, and to provide an insulated cable suitable for coils for motor, transformer and the like.

SOLUTION: The insulated cable comprises a silane reformed polyamide imide resin formed by the reaction of a polyamide imide resin having carboxyl groups and/or acid anhydride groups at the ends with a glycidylether group contained alkoxy or aryloxysilane part condensate and applied and baked directly to a conductor or via another insulating layer.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本特許庁 (J P) (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-319526
(P2001-319526A)
(43) 公開日 平成13年11月16日 (2001.11.16)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	チーフ(参考)
H 01 B	7/02	H 01 B	7/02 A
C 09 D	5/25	C 09 D	5/25 B
179/08		179/08	
183/02		183/02	
H 01 B	7/00	H 01 B	7/00 3 0 3
		審査請求 未請求 附求項の数 4 O L (全 8 項)	
(21) 出願番号	特開2001-55781 (P2001-55781)	(71) 出願人	000005290 古河電気工業株式会社
(22) 出願日	平成13年2月28日 (2001.2.28)	(72) 発明者	目録 正和 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古 河電気工業株式会社内
(31) 優先権主張番号	特開2000-56333 (P2000-56333)	(72) 発明者	立松 健由 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古 河電気工業株式会社内
(32) 優先日	平成12年3月1日 (2000.3.1)	(74) 代理人	100076439 弁護士 飯田 敏三
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

(54) 発明の名称 絶縁電線

(57) 【要約】
【課題】 絶縁性能と耐加工性に優れ、特に、絶縁皮膜の厚さが薄くても従来の絶縁皮膜が厚い場合と同等以上の優れた絶縁性能を有し、モーターや変圧器などのコイル用として好適な絶縁電線を提供すること。
【解決手段】 カルボキシル基および/または酸無水物基を末端に有するポリアミドイミド樹脂にグリシジルエーテル基含有アルコキシもしくはアリールオキシシラン部分結合物を反応させてなるシラン変性ポリアミドイミド樹脂を導体上に直接あるいは他の絶縁層を介して塗布後、塗付けた絶縁電線。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 カルボキシル基および/または酸無水物基を末端に有するポリアミドイミド樹脂にグリシジルエーテル基含有アルコキシもしくはアリールオキシシラン部分結合物を反応させてなるシラン変性ポリアミドイミド樹脂を導体上に直接あるいは他の絶縁層を介して塗布後、塗付けたことを特徴とする絶縁電線。

【請求項2】 前記グリシジルエーテル基含有アルコキシもしくはアリールオキシシラン部分結合物がグリシジールとアルコキシもしくはアリールオキシシラン部分結合物との脱アルコシル反応によって得られるものであることを特徴とする請求項1記載の絶縁電線。

【請求項3】 前記シラン変性ポリアミドイミド樹脂は、ケイ素含有量が1～15質量%であることを特徴とする請求項1または2記載の絶縁電線。

【請求項4】 ケイ素含有量が1～15質量%であるシラン変性ポリアミドイミド樹脂を導体上に直接あるいは他の絶縁層を介して塗布後、塗付けたことを特徴とする絶縁電線。

【発明の詳細な説明】

【0001】
【発明の属する技術分野】 本発明は、モーターや変圧器などのコイル用として好適な絶縁性能が良好で、耐加工性に優れた絶縁電線に関する。

【0002】

【従来の技術】 電気絶縁物で被覆された絶縁電線は、各種の電気機器に組み込まれたコイルの用途に大量に使用されている。それはモーターや変圧器に代表される電気機器に特に多く使用されている。近年、これらの機器の小型化及び高性能化が進み、絶縁電線を非常に狭い部分へ押しこんで使用する様な使い方が多く見られるようになった。具体的には、ステータスロット中に何本の電線が入れられるかで、そのステータスロットの回転性能が決定するといっても過言ではなく、その結果、ステータスロット断面積に対する全導体の断面積（各電線の導体断面積の合計）の比率（占積率）が近年非常に高くなってきている。ステータスロットの内部に、丸断面の絶縁電線を密着充填した場合、デッドスペースとなる空隙やあるいは絶縁皮膜の断面積が大きくなり占積率を高くするには不都合となる。このため、絶縁電線をコイル巻線加工する際には、丸断面の電線が変形するほど、ステータスロットへの電線の押し込みをおこない、少しでも占積率の向上を行おうとしているが、やはり絶縁皮膜の断面積を非常に小さくすることは、その電気的な性能（絶縁強度特性など）を犠牲にする恐れがあるため、行われなかった。

【0003】 これに対して、占積率を向上させる手段として、ごく最近では導体の断面形状が四角型（正方形や長方形）に類似した平角線の絶縁電線を使用することが試みられている。平角線の使用は、占積率の向上には顕

著な効果を示すが、平角導体上に絶縁皮膜を均一に塗布する事が難しく、特に断面積の小さい絶縁電線には絶縁皮膜の厚さの制御が難しいことから、あまり普及していない。平角導線に関しては、その製造方法や絶縁材料に關して幾つかの提案がなされている。たとえば、特開2000-260233号公開にはポリエスチレンイミド皮膜を平角導体に均一に付着させる方法が記載されており、材料面からのアプローチが提案されている。また、丸導体を使用した従来の絶縁電線でも、皮膜の絶縁性能を向上させる試みが多く行われており、たとえば、絶縁皮膜にポリウレタンオリゴマーなどの低誘電率の樹脂を用いることは、すでに知られている。しかしながら、これらの低誘電率の樹脂は熱可塑性であることから、さらにエナメル線のような皮膜を薄く形成することが困難であり、エナメル線分野に使用されることはなかった。

【0004】 また同様に、絶縁皮膜を形成させるためにウレタン中に、金属酸化物（たとえば酸化チタンやシリカなど）の微粒子を添加する方法が従来行われており、その結果、絶縁被覆電線の向上はみられないものの、高周波損耗（たとえば1kHz以上）でのコロナの発生が低下することは知られている。このコロナの発生が押さえられたにもかかわらず、絶縁被覆電線の向上しない原因は、ウレタン中へ金属酸化物微粒子を添加する際に金属酸化物の微粒子の表面に酸素などの空気成分を巻き込んでしまい、その部分が誘電体となってしまうために絶縁被覆電線の向上が見られないためと推定されている。また、ステータスロットのコイル巻を行う場合に必要となる絶縁皮膜の特性として、皮膜の耐加工性能がある。これは、前述したコイル加工工程において、電線皮膜に損傷があると電気絶縁性能が低下してしまう事による。

【0005】 この耐加工性能を電線皮膜に付与する方法としては各種の方法が考えられている。例えば、絶縁皮膜に潤滑性を付与して摩擦係数を下げ（コイル加工時の外傷を少なくする方法）、絶縁皮膜と電気導体間の密着性を向上させてその反膜が導体から剥離する事を防止して絶縁皮膜が剥離する電気絶縁性能を保持させる方法などである。前者の潤滑性を付与する方法は、電線の表面にワックスなどの潤滑剤を塗布する方法や、絶縁皮膜中に潤滑剤を添加して電線の製造時にその潤滑剤を電線表面にブリードアウトさせて潤滑性能を付与する方法等が提案されている。その実施に適用された例は多い。しかしながら、この潤滑性能を付与させる方法は、電線皮膜の機械強度を向上させる訳ではないので、外装要因に対しては効果があるように見えるが、実際にはその効果には限界があった。

【0006】 導体と絶縁皮膜の密着性の向上については、従来から各種の方法が提案されている。そのための絶縁材料の具体例として、1) ポリアミドイミド樹脂、アルコキシ変性アミド樹脂、ペンソトリアゾールからな

る脂肪性塗料（特開平3-37283号公報）、2）ポリアミドイミド樹脂、トリアルキルアミンからなる塗料

「発明が解決しようとする課題」 本発明の目的は、絶縁性樹脂と加工性に優れ、特に、絶縁皮膜の厚さが薄くても従来の絶縁皮膜が厚い場合と同等以上の優れた絶縁性能を有し、モーターや変圧器などのコイル用として好適な絶縁電線を提供することにある。

[8000]

【問題を解決するための手段】本発明者らは、従来の絶縁部材の絶縁性が絶縁被覆を惹く理由を調査した結果、絶縁被覆に対して耐性のある材料、すなわち固本として電率が低くかつ絶縁被覆電圧に耐える絶縁皮膜材料として特定のセラミック変性ポリイミド樹脂を塗布提供した絶縁皮膜が、その絶縁皮膜に含有している絶縁電線の絶縁性能と耐加工性能の向上に大きく寄与することを見出した。本発明によれば、以下の手段が提供される。

(1) カルボキシル基および/または酸無水物基を末端に有するポリアリマトイド樹脂にグリシジルエーテル基含有アルコキシもしくはアリールオキシジラン部分縮合物を反応させてなるシラン交性ポリアリマトイド樹脂を導体膜に直接あるいは他の絶縁膜を介して塗布焼き付けたことを特徴とする絶縁電線。

(2) 前記グリンジルエーテル基含有アルコキシもしくはアリールオキシシラン部分縮合物がグリシドールとアルコキシもしくはアリールオキシシラン部分縮合物と

の脱アルコール反応によって得られるものであることを特徴とする(1)項記載の絶縁電線。

(3) 前記シラン変性ポリアミドイミド樹脂はケイ素含有量が1~15質量%であることを特徴とする(1)または(2)項記載の絶縁電線。

(4) ケイ素含有量が1~1.5質量%であるシリコン変性リアジドニド樹脂を母体上に直接あるいは他の絶縁膜を介して塗布置き付けたことを特徴とする絶縁電板。

【6000】

〔説明の流儀の形範〕以下、本説明について詳細に説明する。本説明において幾度幾度重複を形成するために用いられるジョウマ変性ポリアリドイミド樹脂のベース樹脂となれるポリアリドイミド樹脂としては、その末端にカルキヤニル基および/または酸無水物基を有するものであるが、特に制限はなく、常法により、例えば酸性溶媒中でトリカルボン酸無水物とジオソジナーネーノ類を直接反応させて得たもの、あるいは、酸性溶媒中でトリカルボン酸無水物をジョウマニク類を先に反応させて、まずイミド結合を導出し、ついでジオソジナーネーノ類でアミド化した得たものなどを用いることができる。

[0010] このポリリジニトドニメチル糖の調製に用いるトリカルボク酸無水物としては、通常、トリメリット酸無水物が好ましく用いられる。この場合、トリメリット酸無水物の一部をテトラカルボク酸無水物に置き換えて反応させてもよい、このときのテトラカルボク酸無水物としては例えばビロリツン酸（無水物、3，3'，4，4'-ベンゾエノンジネート）やトリカルボク酸無水物をその一部を他の酸または酸無水物、例えばトリメリット酸、イソフタル酸、テレフタル酸などに置き換えてもよい、一方、トリカルボク酸無水物と反応させるジシジネート類としては、例えば、4，4'-ジフェニルメタンジシジネート、トリリンジェシジネート等の芳香族ジシジネート類が挙げられ、また、m-フェニレンジアミン、4，4'-ジフェニルジアミン、4，4'-ジフェニルエーテル、4，4'-ジフェニルジアキラルフォン、4，4'-ジフェニルビスベンゾエノン等の芳香族ジシジネート類が挙げられる。また、イミド化にはN⁺-ジメチルホルムアミドを用いてもよい、また、酸性溶媒としてはN-メチル-2-ピロリドン、N⁺・N⁻-ジメチルホルムアミド、ジメチルセトキシ等が挙げられるが、好ましくはN-メチル-2-ピロリドンを用いることができる。

【0011】このようにして得たポリアミドイミド樹脂（ペー樹脂）溶液に、グリシドールとアルコキシシロキンはアリアルコキシシラン部分結合物の脱アルコール反応物であるグリシジルエーテル基含有アルコキシシロキンはアリアルコキシシラン部分結合物を添加し、前記ポリ

アミトイミド樹脂とグリニール含有アルコキシもしくはアリアルコキシジラン部分融合物とを反応させることにより、シラン活性ポリアミトイミド樹脂を得ることができる。このシラン活性ポリアミトイミド樹脂の調製の方法としては後述の方法を代表的な例として挙げる事ができる。

【0012】本発明に用いられるアルコキシもしくはア
リールオキシシラン部分結合物は通常知られているい
れものでもよい。本発明におけるアルコキシもしくは
アリールオキシシラン部分結合物は、例えば、少なくと
も2個のアルコキシもしくはアリールオキシシラン化
合物が、酸アルキルエーテル反応によって結合して生成し
た線状結合物（例えばメトキシアルコキシシラン）で
あり、結合するアルコキシもしくはアリールオキシシ
ラン化合物は互いに同じでも異なってもよい。アルコ
キシシラン部分結合物のアルコキシ基は、好ましくは炭
素数1〜6、より好ましくは1〜4のアルコキシ基であ
り、例えば、メトキシ、エトキシ、プロポキシ、ブチ
ロキシなどがあげられる。またアリールオキシ基は、好
ましくは炭素数6〜10、より好ましくは6〜8のアリ
ールオキシ基であり、例えば、フェニルオキシ、メチ
ルフェニルオキシ、メチルメフェニルオキシなどがあげ
られる。これらのアルコキシ基、アリールオキシ基は、そ
の上さらに置換基を有していてもよい。具体例を挙げ
れば、メトキシブチルアルコキシシラン、エトキシブ
チルアルコキシシラン、フェニルオキシブチルアルコ
キシシランなどの結合物が挙げられ、そのほかにも、フェ
ニルメトキシアルコキシシラン、フェニルブチルアル
コキシシランなどの重合物等も使用できる。テトラメチ
シランの重合物であるメトキシアルコキシ（シロキサン）
品の代表的な例として多変性重合体（液）製の「Mシ
ート511」（商標名）が挙げられる。

【0013】このアルコキキシもしくはアリアルコキシジ
ラン部分結合物の1分子中におけるケイ素（Si）の平均
価数は2～10であることが好ましい。Siの平均
価数は2未満であるとし、ケイ素との反応の際、溶
媒として用いるアルコールとともに反応せずに系外へ揮
出するアルコキキシもしくはアリアルコキシジンの量が
多くなりすぎる場合がある。また、Siの平均価数が1
0を超えれば、グリニャールとの反応性が悪くなり、
目的とするグリニャール部と含有アルコキキシしくは
アリアルコキシジラン部と結合物が得られにくい場合
がある。入手の容易性を考慮すると、1分子あたりのS
の平均価数は3～20が好ましく、1分子あたり

【0014】これらのアルコキシもしくはアリーロキシジシラ部分結合物とグリシドールの脱アルコール反応はたとえ以下のような方法を用いることができる。テトラメトキシジシラ部分結合物（1分子中のS 1の平均価数4）1モルに対してグリシドールを2モル添加し、70℃条件下で12.0℃程度まで加熱することにより、70℃

ルニールの生成が見られる。このアルコニーを系外へ除去しながら反応を継続することによりグリンジルエーテル基含有アルコキシもしくはアリーールオキシラン部分縮合物であるメトキシデトリアルガノシロキサベンジカリンシランエーテルを得ることができる。この反応にて生成したグリンジルエーテル基含有アルコキシもしくはアリーールオキシラン部分縮合物は、1分子中にグリンジル基と2個含ものである。このとき、反応媒体として有機溶媒の塩基を用いると反応が早く進行するため好ましい。

【0011】得られたグリジリルエーテル基含有アルコキシもしくはアリールオキシシラン部分結合物を以下の方法により行うことが出来る。ポリアリートキシド樹脂を2.5質量%にてN-メチル-2-ヒロリドに溶解させた溶液と0.0gと前述の方法にて作成したメキソトナトリウムシリコキシラン-グリジリルエーテル5.17gとを適当な血熱可能な容器にて混合しながら95℃に昇温させた。95℃にて4時間反応させ、その後N-メチル-2-ヒロリドを5.17g加えて冷却し、不揮発分を2.5%のシラン変性ポリアリートキシド樹脂溶液を得ることが出来る。この場合、ケイ素含有量は4.29質量%となる。

【0011】本発明では、シラン変性ポリアリレートに樹脂中のケイ素の含有量は1質量%以上15質量%以下が好ましい。ケイ素含有量は少なすぎると、そのシラン変性ポリアリレート樹脂を塗布焼付けた後、絶縁膜としてときの効果、特に電線の面内係向上がほとんど得られない。また、このケイ素の含有量が多すぎると、焼き付けにより得られる絶縁電線の外観が良好ではなく、表面に微細な荒れが生じるために電線としての電気的性質に影響を及ぼす場合がある。この点を考慮してこのケイ素含有量を適宜定める。このケイ素含有量は、樹脂の合成時点で、モノル比により概ね判断することができ、正確には、固体NMRを用いた²⁹Siの共鳴スペクトルを用いる方法で求めることができる。この際、ポリシメチルシロキサン（-34 ppm）を標準試料として用いることが一般的である。

【0011】本発明の絶縁電線は、シラフ変性ポリアリマトニド樹脂を母体上にそのまま塗布を付与する方法や、母体上に他の絶縁物を介して、シラフ変性ポリアリマトニド樹脂を塗布焼き付けして、シラフ製造することができ、またたとえばシラフ変性ポリアリマトニド樹脂を絶縁物の中間層に使用することも可能であり、その場合は、下層に公知のポリアリマトニド樹脂を1層以上塗布し、その後シラフ変性ポリアリマトニド樹脂を1層塗着したのち、さらにその上層にポリアリマトニド樹脂を塗着することから成り、上述に他の絶縁物を介してシラフ変性ポリアリマトニド樹脂を塗着する場合

の他の絶縁物については通常絶縁電線に使用されている材料ならは特に制限はなく、その一例としてポリエスチル、耐熱変性ポリエスチル、ポリウレタン、ポリエスチルイミド、ポリアミドイミド、ポリイミド等を例示することができ、またシラン変性ポリアミドイミド樹脂を導体上に塗着する場合、その樹脂自体に自己溶解性を持たせることも可能である。自己溶解の方法は公知の方法でよく、例えば、樹脂溶液中にポリエチレンワックスを添加する方法が一つも一般的である。

[0018] 本発明においてシラン変性ポリアミドイミド樹脂の厚さは基材で直接導体上に形成するか、あるいは他の絶縁層を介して設けるかなどにより異なり特に制限はないが、好ましくは0.001～0.040mm、より好ましくは0.002～0.012mmである。シラン変性ポリアミドイミド樹脂の塗布後の焼付処理は従来の塗布焼付処理と同様の条件で行うことができる。焼付処理温度は、通常400～550℃であり、好ましくは480～530℃である。またシラン変性ポリアミドイミド樹脂の塗布焼付処理としては、該樹脂を1回塗布後に1回当たりの焼付処理時間が通常15秒～1分、好ましくは20秒～25秒の処理を、通常6回以上、好ましくは5回もしくはそれ以上繰返す回数回塗布焼付処理として行うことが好ましい。このような複数回塗布焼付処理において、全塗布焼付時間は、通常1分30秒～15分である。本発明で用いたシラン変性ポリアミドイミド樹脂は自己溶、汎用化学工業(株)の開発したものであり、同社の方法に従って合成したものである。本発明においては、シラン変性ポリアミドイミド樹脂を導体上に塗布焼付することにより、該樹脂のアルコキシシリル基もしくはアリールオキシシリル基から形成されるシリカ(SiO₂)部、すなわちシロキサン結合の高分子網が絶縁皮膜中に形成される。このようになシリカ部により、得られる絶縁皮膜は誘電率が低いものとなると考えられる。

[0019]

[実施例] 以下に本発明を実施例に基づいてさらに詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

[0020] (ポリアミドイミド樹脂の作成) 2リットル容の4つ口フラスコに攪拌機、冷却管、塩化カルシウム管を取りつけ、無水トリメチル酸192g(1モル)、4,4'-ジフェニルメタンジイソシアネート250g(1モル)、N-メチル-2-ピロリドン663

表1

シロキサン部分結合物のSi	絶縁物(a)	絶縁物(b)
平均個数	4	10
生成物1分子あたりの平均Si個数/生成物1分子あたりのオキシシランの平均個数	2	3

[0024] (シラン変性ポリアミドイミド樹脂の作成

(1) 1リットル容の4つ口フラスコに攪拌機、冷却

管を仕込み、80℃で2時間、昇温して140℃で5時間反応させた。その後50℃まで冷却し、N,N'-ジメチルホルムアミド163gを加えた。これにより樹脂濃度30%のポリアミドイミド樹脂溶液を得た。

[0021] (グリシジルエーテル含有アルコキシシラン部分結合物の作成) (1) 1リットル容の4つ口フラスコに攪拌機、冷却管、縮合管を取りつけ、グリシジル148.16g(2モル)、テトラメチシラン部分結合物(Siの平均個数4)を474.10g(平均分子重として1モル)を仕込み、窒素気流下にて攪拌しながら90℃まで昇温し、90℃に昇温後、酸としてジブチル錫ジブチレート0.70gを添加し、そのまま反応させた。反応中の副生成物として生じたメタノールは分溜管を使用して除去し、メタノールの溜出が50gに達した時点で、室温まで冷却した。この間の反応時間は、90℃で4時間であった。室温まで冷却後、減圧によって残りのメタノールを除去し、メタノールの溜出量は合計で64.0gであった。その結果、55.8、26.6のグリシジルエーテル含有アルコキシシラン部分結合物(a)を得た。この結合物(a)の「生成物1分子あたりの平均Si個数/生成物1分子あたりのオキシシラン果(Si上のグリシジルオキシ基)の平均個数」は2であった。

[0022] (グリシジルエーテル含有アルコキシシラン部分結合物の作成) (2) 前述の(1)と同様に、グリシジル74.08g(1モル)、テトラメチシラン部分結合物(Siの平均個数10)36.9、0.7g(1/3モル)を仕込み、窒素気流下にて攪拌しながら90℃まで昇温した。90℃に昇温後、酸としてジブチル錫ジブチレート0.70gを添加し、そのまま反応させた。反応中の副生成物として生じたメタノールは分溜管を使用して除去し、メタノールの溜出が20gに達した時点で、室温まで冷却した。この間の反応時間は、90℃で6時間であった。室温まで冷却後、減圧によって残りのメタノールを除去し、メタノールの溜出量は合計で32.0gであった。その結果、41.1、15.6のグリシジルエーテル含有アルコキシシラン部分結合物(b)を得た。この結合物(b)の「生成物1分子あたりの平均Si個数/生成物1分子あたりのオキシシラン果の平均個数」は3であった。

[0023]

[表1]

管を取り付け、ポリアミドイミド樹脂の作成の項で作成したポリアミドイミド樹脂溶液500gにグリシジルエーテル含有アルコキシシラン部分結合物の作成(1)で作成したグリシジルエーテル含有アルコキシシラン部分結合物(a)を5.17g添加し、95℃にて4時間攪拌した。これにより、シラン変性ポリアミドイミド樹脂(ケイ素含有量4.29%) (A1-1)を得た。

[0025] (シラン変性ポリアミドイミド樹脂の作成

(2) 1リットル容の4つ口フラスコに攪拌機、冷却管を取り付け、ポリアミドイミド樹脂の作成の項で作成したポリアミドイミド樹脂溶液500gにグリシジルエ

表2

	A1-1	A1-2
ポリアミドイミド樹脂溶液 (g)	500	500
グリシジルエーテル含有アルコキシシラン部分結合物の種類	結合物(a)	結合物(a)
(同上) 量 (g)	5.17	2.58
ポリアミドイミド樹脂のシラン変性度 (ケイ素含有量: 質量%)	4.29	2.15

[0027] (シラン変性ポリアミドイミド樹脂の作成 (3～6)) 1リットル容の4つ口フラスコに攪拌機、冷却管を取り付け、ポリアミドイミド樹脂の作成の項で作成したポリアミドイミド樹脂溶液500gにグリシジルエーテル含有アルコキシシラン部分結合物の作成

(2) で作成したグリシジルエーテル含有アルコキシ

表3

	A1-3	A1-4	A1-5	A1-6
ポリアミドイミド樹脂溶液 (g)	500	500	500	500
グリシジルエーテル含有アルコキシシラン部分結合物の種類	結合物(b)	結合物(b)	結合物(b)	結合物(b)
(同上) 量 (g)	1.20	1.42	3.07	16.1
ポリアミドイミド樹脂のシラン変性度 (ケイ素含有量: 質量%)	0.75	1.18	2.56	13.4

[0029] (実施例) 1～7、比較例1) 以上の方法に

H1-406A (いすゞ自動車) をそれぞれ使用した。

[0030] (実施例) 任意の攪拌機をついたフラスコ中に、キレンツ27gおよびポリエチレンワックス(三井化学製ポリエチレンワックス400P、商品名)を3g入れ、120℃にて1時間攪拌した。液が透明で均質となった後、攪拌しながら急冷に冷却し、ポリエチレンワックスチアスバー(30g)を3) 500g中に、このポリエチレンワックスチアスバー(30g)を入れ、十分に攪拌してポリアミドイミド樹脂中にポリエチレンワックスが分散するようにして、自己溶解の工程を製造した。この自己溶解工程を用いて(実施例)と同様にして絶縁塗料とした。

[0031] 上記実施例1から8と比較例1について、

シラン部分結合物(b)を添加し、95℃にて4時間攪拌した。これにより、シラン変性ポリアミドイミド樹脂(A1-3～6)を得た。

[0028]

[表3]

得られた各種絶縁電線の耐燃性評価を、次のような試験法により評価した。

(一方向導流試験) : JIS C3003の10項記載の試験を実施した。結果は10単位で表示し、数値が高いもの程、皮膜が割れにくいことを示す。

(衝撃落下試験) : 試験用絶縁電線の直径より大きい鋼を表面に接けた金属板のV溝上に絶縁電線を固定し、その絶縁電線の長手方向に対して直角となるように、先端角度5°、先端の曲率 $r=0.5$ とした刃先で全体荷重が100g、500g、1000gの衝撃荷重を水平に対して45°の角度から荷重の落下長(実施例の移動長)を370mmとして落下させたときの、電線の

絶縁皮膜の破壊状況を電線の露出部分の漏れ電流試験にて評価した。漏れ電流試験の方法は、JIS C3003記載のピンホール試験方法に準じて電線の正負を逆にして実施し、検出には電流計を用いた。導体を正確、水側を負極とし、その間に12Vの電圧を印加して、漏れ電流の値を電流計から読みとった。その数値が大きいほど傷がつきやすいことを示す。なお、耐外傷性の判断は衝撃落下試験、一方向導流試験の両方の結果から判断した。これらの結果を表4および表5に示した。

[表4]
[0032]

表4

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5
絶縁塗料1(上層)	AI-1	AI-2	AI-4	AI-5	AI-6
皮膜の比率	-	-	-	-	-
絶縁塗料2(下層)	-	-	-	-	-
皮膜の比率	-	-	-	-	-
電線の表面処理	パラフインワックス塗布				
仕上がり径(mm)	1.072	1.072	1.072	1.072	1.072
皮膜厚さ(mm)	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036
(上層/下層)割合	-	-	-	-	-
一方向導流(N)	26	26	27	27	27
衝撃落下試験					
漏れ電流	100g 0.00 500g 0.00 1000g 0.11	0.00 0.00 0.08	0.00 0.00 0.03	0.00 0.00 0.03	0.00 0.00 0.03

[0033]

[表5]

	比較例1	実施例6	実施例7	実施例8
絶縁塗料1(上層)	HI-406*1	AI-2	AI-2	AI-3
皮膜の比率	-	(30%)	(30%)	*1)11/37*1 (20%)
絶縁塗料2(下層)	-	HI-406	HI-406A*2	HI-406A
皮膜の比率	-	(70%)	(70%)	(80%)
電線の表面処理	-	-	-	-
仕上がり径(mm)	1.072	1.072	1.072	1.072
皮膜厚さ(mm)	0.036	0.036	0.036	0.036
(上層/下層)割合	-	(30/70)	(30/70)	(20/80)
一方向導流(N)	18	27	27	30
衝撃落下試験				
漏れ電流	100g 0.05 500g 0.20 1000g 1.50	0.00 0.00 0.00	0.00 0.00 0.03	0.00 0.00 0.03

(注) *1 HI-406 : 日立化成工業(株) 製ポリリブイミド樹脂塗料

料、商品名

*2 HI-406A : 日立化成工業(株) 製ポリリブイミド樹脂塗料

料、商品名(等価性を良くしたもの)

[0034] 各実施例では、衝撃落下試験では、非常に高い皮膜破壊強度を示している。これに対し、比較例1

の電線の場合、本発明におけるシラン変性ポリリブイミド樹脂層がないため、高電圧がかかった場合に力のかかりやすいため、一様に導体まで傷が進行してしまい、目的とする耐加工性の指標である皮膜破壊強度を得ることができなかつたと判断出来る。

[0035] また絶縁性能の評価のため、上記実施例1から5と比較例1にて得られた各種絶縁電線の電気絶縁性能評価を、次のような試験法により評価した。

(絶縁破壊電圧) : JIS C3003の記載の試験を実施した。結果はkV単位で表示し、数値が高いもの

程、絶縁破壊電圧が高いことを意味する。また絶縁破壊電圧と形成された絶縁皮膜の厚さとの関係も両者の比として併せて示した。

(誘電率) : 形成された絶縁皮膜の誘電率を測定した。誘電率の規定には、LCRメーターを使用し、測定周波数を1kHzとした。また測定温度は、室温(25℃)および100℃とした。結果を表6に示す。

[表6]
[0036]

表6

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	比較例1
絶縁塗料	AI-1	AI-2	AI-4	AI-5	AI-6	HI-406*
電線の表面処理	パラフインワックス塗布					
仕上がり径(mm)	1.072	1.072	1.072	1.072	1.072	1.072
皮膜厚さ(μm)	36	36	36	36	36	36
絶縁破壊電圧(kV)	13.7	13.5	12.8	13.0	13.7	11.3
<平均>	14.4	15.5	14.9	15.1	15.3	13.1
絶縁破壊電圧/皮膜厚さ(V/μm)	400	431	414	419	425	363
誘電率(室温:25℃)	3.6	3.5	3.6	3.5	3.4	4.2
1MHz						
誘電率(100℃)	3.7	3.8	3.8	3.7	3.8	4.3
1MHz						

(注) * HI-406 : 日立化成工業(株) 製ポリリブイミド樹脂塗料、商品名

[0037]

[発明の効果] 本発明の絶縁電線は高い耐加工性を有し、過熱なコイル巻線加工の条件下で高い負荷がかかっても絶縁皮膜の破壊が起ることが無くかつ皮膜の割れが生じにくいことから、絶縁不良を起すににくい。さらに本発明の絶縁電線は高い絶縁破壊電圧を有し、皮膜厚さを薄くしても絶縁破壊しない優れた絶縁特性を有する。また、本発明の絶縁電線に用いられる絶縁皮膜は、

誘電率としてポリイミドと同等程度の低い数値を有している。これらのことから、本発明の絶縁電線をトランスやモーターなどに使用した場合、高い占積率で使用でき、さらにそのような環境下で絶縁不良を起すににくい。このため本発明の絶縁電線によれば、信頼性の高いコイルが提供でき、コイルを用いる機器全体の小型化、低コスト化、信頼性向上に寄与するという優れた効果を奏する。